由土壤性質探討石灰氮氣之施用法

第 二 報

*陳振鐸　張仲民　魏金塗

作者等曾在第一報(7)中敘述：1. 氰氮化鈣之分解，在酸性緩衝力大之土壤中强盛，在此類土壤中，CN_2，HCN_2，離子之毒害輕微(1)(2)，2. 氰氮化鈣副成分之鹽基，在土壤中所生之作用，將影響於氰氮之分解與效力，其影響程度乃依土壤中游離與吸收性鹽基之含量與氰氮化鈣之施用量等而有不同。

本試驗之目的，在探討石灰氮氣在酸性與鹼性土壤中之效果，本文記載三處酸性土壤及一處鹼性土壤之水稻圃場試驗與溫室盆栽試驗，係民國三十七年一年間調查記錄，其外附以盆栽試驗土壤與收穫物化學分析。圃場部分乃作者之一陳振鐸兼任農業試驗所農業化學系主任期間辦理，其管理與調查多承林國謙技正，歐金堯、林金燦先生及新竹縣農林改良總場邱金技技正協助，誌此謹表謝忱。

一、試 驗 方 法

(一)　圃場試驗

圃場試驗在臺北農業試驗所、桃園八德、桃園東埔、臺南安南四處辦理，各試驗地土壤之理化學分析列於第一表與第二表中。

第一表　各試驗地土壤粘土含量及化學性

Table 1. Characteristics of soils

番號 No.	採 樣 地 點 Location	生成方式 Mode of formation	粘土含量 Clay content %	有機物含量 Organic matter content %	pH	鹽基置換能量 Base exchange capacity m. e. 100/gms	鹽基飽和度 Degree of base saturation %
1	桃園縣八德鎮	洪積土(紅壤)	43.08	1.69	4.75	19.11	40.87
2	桃園縣東埔鎮	洪積土(紅壤)	35.35	3.13	5.42	11.38	33.57
3	臺北市農業試驗所	冲 積 土	16.02	2.60	5.17	14.02	60.13
4	臺南縣安南區	海 積 土	12.22	0.96	7.74	7.76	96.13

* 國立臺灣大學農學院農業化學系

第二表　試驗土壤之化學成分(融解法全量分析)　乾土百分中%

Table 2. Chemical compositions of soils (Fusion analysis) % of oven dried soil.

土壤 Soil	水分 Moisture	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	P_2O_5	Mn_2O_3	N
1.桃園八德	4.88	77.31	18.75	2.00	0.25	0.16	0.20	0.09	0.05	0.05
3.桃園東埔	5.96	78.09	14.61	6.13	0.21	0.30	0.20	0.11	0.03	0.19
3.臺北農試所	1.74	81.33	13.38	1.79	0.12	0.19	0.21	0.11	0.35	0.19
4.臺南安南	3.50	84.58	13.87	1.58	0.17	0.26	0.13	0.09	0.14	0.19

供試土壤中，臺北農試所，桃園八德，桃園東埔土壤爲酸性冲積土與紅壤，就中八德土壤之鹽基置換力與石灰需要量最高，臺北農試所次之，臺南安南土壤爲鹼性海積土。

1. 處理：本試驗之處理，施肥量與品種列於第三表與第四表。

第三表　試驗處理及施肥量

Table 3. Kinds of treatments and amount of fertilizer applied.

處理 Treatment	記號 Sign	基肥量 Base manure Kg/Hec. N	P_2O_5	K_2O	追肥量 Top dressing N. Kg/Hec. 第一次 1 st	第二次 2 nd	第三次 3 rd	第四次 4 th
1.硫酸錏區	$(NH_4)_2SO_4$—1	50	80	80				
2.石灰氮氣區	$CaCN_2$—1	50	80	80				
3.石灰氮氣倍量區	$CaCN_2$—2	100	80	80				
4.石灰氮氣二次追肥區	$CaCN_2$—½,¼,¼	25	80	80	12.5	12.5		
5.石灰氮氣倍量四次追肥區	$CaCN_2$—1,¼,¼,¼,¼	50	80	80	12.5	12.5	12.5	12.5

P_2O_5，K_2O 以與過燐酸石灰(16% P_2O_5)及硫酸鉀(49% K_2O)施用。

第四表　水稻品種及施肥日期

Table 4. Rice varieties and dates of applying fertilizer.

土壤 Soil	試驗地 Location of experiment	期作 Period of cropping	水稻品種 Rice varieties 蓬萊種 Japanese varieties	本地種 Local varieties	基肥 Base manure	插秧期 Date of Transplantation	追肥 Top dressing 第一次 1st	第二次 2nd	第三次 3rd	第四次 4th
1	桃園八德	第一期作 1 st crop	新竹八號	短廣花螺	3/12	3/18	4/7	4/17	4/27	5/6
2	桃園東埔		新竹八號		3/14	3/20	4/9	4/19	4/29	5/8
3	臺北農試所		臺中六十五號		3/16	3/22	4/11	4/21	4/31	5/10
4	臺南安南		臺南二號		6/10	6/24	7/14	7/24	8/2	8/12
1	桃園八德	第二期作 2 nd crop	新竹八號	下脚格仔	8/1	8/6	8/26	9/4	9/14	9/24
2	桃園東埔		新竹八號		8/2	8/8	8/28	9/6	9/16	9/26
3	臺北農試所		臺中六十五號		8/6	8/13	9/2	9/12	9/22	10/2
4	臺南安南									

各試驗地中除臺北農試所外，其餘三處試驗地係借用農家田地進行，因受經濟限制，處理中未列有無肥料與無氮氣區，重複則行四次，設計上有缺妥善之處。（在臺北農業試驗所所行試驗中列有無肥區及無氣區）。

2. 耕種方法：依照各地慣用法辦理。各地第一期與第二期之栽培，施肥日期，挿秧日期等列於第四表中。

3. 田間區劃：採用複因子隨機區組排列，品種有本地，蓬萊兩種，處理五，重複四，每區組含十個小區，共計四十小區。行長四公尺，行距二十五公分，株距二十公分(每行二十一株)，小區面積為十平方公尺，其他設有邊行，保護行，水溝，田埂等。

（二） 盆栽試驗

盆栽試驗設計與管理

土壤來源：桃園八德，桃園東埔，臺北農試所，臺南安南等四處。

處理：1. 硫酸錏區〔$(NH_4)_2SO_4$—1〕，2. 石灰氮氣區〔$CaCN_2$-1〕，3. 石灰氮氣倍量區〔$CaCN_2$-2〕，4. 石灰氮氣半量爲基肥，半量分爲二次追肥區〔$CaCN_2$-$\frac{1}{2}$，$\frac{1}{4}$，$\frac{1}{4}$〕，5. 石灰氮氣倍量中，半量爲基肥，半量分爲四次追肥區〔$CaCN_2$-1，$\frac{1}{4}$，$\frac{1}{4}$，$\frac{1}{4}$，$\frac{1}{4}$〕。

重複：四次

肥料施用量：每公頃(每英畝表土以2,000.000磅計算)按施用氮五十公斤（標準量）或一百公斤（加倍量），燐酸八十公斤，鉀八十公斤爲基準之比例，每鉢十五公斤土壤中施用氮 0.33克(標準量)或 0.66 克(加倍量)，燐酸 0.53 克，鉀 0.53 克，氮用硫酸錏(20%N)或石灰氮氣(19.5%)，燐酸用過燐酸石灰(16% P_2O_5)，鉀用硫酸鉀(49% K_2O)。每次石灰氮氣追肥用量爲氣(N)0.08克。

品種：蓬萊種，臺中六十五號。本地種，短廣花螺。

施肥日期：基肥 3 月22日，追肥第一次 4 月18日，第二次 4 月28日，第三次 5 月 8 日，第四次 5 月18日。

挿秧期：3 月28日

管理：晴天時移入於網室內，雨天及夜間放入玻璃室內，灌溉定量水分，並按期行中耕除草。

二、試 驗 結 果

（一） 圃場試驗

在本試驗中曾測定各地各小區水稻藁稈高度，分蘖數等，又在收穫後秤量精穀與藁稈風乾物重量。玆將各處理四小區精穀收量平均數以公斤/公頃計算者列於第五表中。

第五表　各處理四區精穀收量平均數（公斤/公頃）

Table 5. Yields in grain of various treatments. Averages of four plots. (Kg/Hec.)

處理 Treatments	期作 Period of cropping	桃園八德 Soil No.1 蓬萊種 Japanese variety	桃園八德 Soil No.1 本地種 Local variety	桃園東埔 Soil No.2 蓬萊種 Japanese variety	桃園東埔 Soil No.2 本地種 Local variety	臺北農業試驗所 Soil No.3 蓬萊種 Japanese variety	臺北農業試驗所 Soil No.3 本地種 Local variety	臺南安南 Soil No.4 蓬萊種 Japanese variety	臺南安南 Soil No.4 本地種 Local variety
1. [$(NH_4)_2SO_4$—1]	第一期作 1 st Crop	2870	2182	3116	3241	2426	2278	3110	3460
2. [$CaCN_2$—1]		3001	1891	3241	3266	2566	2354	2780	3120
3. [$CaCN_2$—2]		2565	2544	3650	3606	2886	2891	2995	3440
4. [$CaCN_2$—½,¼,¼]		2611	2309	3057	3252	2206	2274	2930	3380
5. [$CaCN_2$—1,¼,¼,¼,¼]		2089	2289	3261	2354	2141	2645	3550	3740
1. [$(NH_4)_2SO_4$—1]	第二期作 2 nd Crop	1970	2044	2448	2326	1248	1100	—	—
2. [$CaCN_5$—1]		2258	1890	2209	2244	1249	1191	—	—
3. [$CaCN_2$—2]		2327	2390	2235	2463	1560	1280	—	—
4. [$CaCCN_2$—½,¼,¼]		2153	2138	2026	2279	911	976	—	—
5. [$CaCN_2$—1,¼,¼,¼,¼]		2196	1966	2004	2347	324	534	—	—

嗣依 Fisher 變量分析法(6)計算機差，測定處理均方及區集均方之顯著性，本試驗各處理區集精穀收量間差異顯著標點列於第六表中。

第六表　各處理間差異顯著標點（公斤/公頃）

Table 6. Yields in grain at 5% and 1% levels of significance. (Kg/Hec.)

顯著標點 Level of significance	桃園八德 Soil No. 1 第一期作 1st Crop	桃園八德 Soil No. 1 第二期作 2nd Crop	桃園東埔 Soil No. 2 第一期作 1st Crop	桃園東埔 Soil No. 2 第二期作 2nd Crop	臺北農試所 Soil No. 3 第一期作 1st Crop	臺北農試所 Soil No. 3 第二期作 2nd Crop	臺南安南 Soil No. 4 中間作 Intermediate Crop
5%	365.4 △	214.3	169.0	146.5	220.0	182.6	244.2
1%	493.4 △	289.4	228.3	197.8	297.1	246.6	329.8

△桃園八德第一期作處理間差異不顯著，而所列之數字爲品種與處理間連應顯著差異需要值。其他試驗處理間差異均顯著，所列者爲處理間顯著差異需要值。

（二）盆栽試驗

盆栽試驗中觀測水稻出穗期，成熟期，稈高，分蘗數，穀實重，藁稈重，又在收穫後行土壤，穀實與藁稈中氮含量之分析，其所得結果列於第七表中。

第七表 盆栽試驗成績表 (民國三十七年第一期作)

Table 7. Results of pot experiment

土壤 Soil	桃園八德 Soil 1									
品種 Varieties	蓬萊種 Japanese Variety					本地種 Local Variety				
處理 Treatment	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCN_2$—1	$CaCN_2$—2	$CaCN_2$—½ ¼, ¼	$CaCN_2$—1 ¼,¼,¼,¼	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCN_2$—1	$CaCN_2$—2	$CaCN_2$—½ ¼,¼	$CaCN_2$—1 ¼,¼,¼,¼
出穗期 Date of heading 月 日	6.29.	6.29.	6.29.	6.29.	6.29.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 5.
	6.29.	6.29.	6.29.	6.29.	6.29.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 6.	6. 6.
平均	6.29.	6.29.	6.29.	6.29.	6.29.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 6.	6. 6.
成熟期 Date of maturity 月 日	8. 2.	8. 4.	8. 5.	8. 5.	8. 9.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.
	8. 5.	8. 5.	8. 5.	8. 9.	8. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.
平均	8. 4.	8. 5.	8. 5.	8. 7.	8. 7.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.
稈高 Length of culm (cm.)	63	60	67	65	66	64	70	70	58	56
	64	64	62	64	65	64	67	67	47	63
平均	63.5	62.0	64.5	64.5	65.5	64.0	68.5	68.5	52.5	59.5
分蘖 Number of culms	16	17	20	16	17	13	17	16	12	14
	23	16	20	16	24	15	16	20	17	17
平均	19.5	16.5	20.0	16.0	20.5	14.0	16.5	18.0	14.5	15.5
穀實重量 Weight of grain (g.)	22.3	20.5	25 2	26.8	20.8	21.5	25.9	31.2	21.7	27.6
	21.8	20.8	30.1	24.7	29.4	25.1	27.3	28.7	30.0	25.8
平均	22.1	20.7	27.7	25.8	25.1	23.3	26.6	30.0	25.9	26.7
藁稈重量 Weight of straw (g.)	58.9	62.5	76.2	71.8	62.1	47.9	35.0	31.2	25.5	28.4
	76.5	48.3	59.5	59.8	83.2	25.9	33.1	33.9	39.6	33.2
平均	67.7	55.4	67.9	65.8	72.7	36.9	34.1	34.1	32.6	30.8
土壤中氮含量 N % in oven dried soil	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.26	0.25	0.25	0.26	0.25
	0.18	0.19	0.15	0.19	0.16	0.26	0.23	0.24	0.31	0.36
平均	0.18	0.18	0.16	0.18	0.16	0.26	0.24	0.25	0.29	0.31
穀實中氮含量 N % in grain (dry matter)	2.88	2.95	2.98	2.93	2.94	1.66	1.68	1.79	1.94	1.99
	2.97	2.96	2.98	2.97	2.97	1.84	1.77	1.86	1.61	2.05
平均	2.93	2.96	2.98	2.95	2.96	1.75	1.73	1.83	1.78	2.02
藁稈中氮含量 N % in straw (dry matter)						2.99	2.73	3.00	3.00	2.99
						2.94	2.93	2.94	2.94	2.94
平均						2.97	2.83	2.97	2.97	2.97

第七表　盆栽試驗成績表（民國三十七年第一期作）（續）

Table. 7. Results of pot experiment (Continued)

土壤 Soil		桃園東埔 Soil 2									
品種 Varieties		蓬萊種 Japanese Variety					本地種 Local Variety				
處理 Treatment		$(NH_4)_2SO_4$	$CaCN_2$—1	$CaCN_2$—2	$CaCN_2$—½ ¼, ¼	$CaCN_2$—1 ¼,¼,¼,¼	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCN_2$—1	$CaCN_2$—2	$CaCN_2$—½ ¼, ¼	$CaCN_2$—1 ¼,¼,¼,¼
出穗期 月日 Date of heading		6.28.	6.28.	6.28.	6.28.	6.28.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 6.
		6.27.	6.28.	6.28.	6.29.	6.29.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 6.
	平均	6.28.	6.28.	6.28.	6.29.	6.29.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 6.
成熟期 月日 Date of maturity		7.28.	8. 2.	8. 5.	8. 9.	8. 9.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.
		7.28.	8. 9.	8. 5.	8. 4.	8. 9.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.
	平均	7.28.	8. 6.	8. 5,	8. 7.	8. 9.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.	7. 5.
稈高 Length of culm. (cm.)		63	70	70	66	62	71	63	70	65	70
		63	67	62	63	59	68	70	71	71	70
	平均	63.0	68.5	66.0	64.5	60.5	69.5	66.5	70.5	68.0	70.0
分蘖 Number of culms		16	16	16	17	17	17	12	18	12	16
		15	19	17	17	18	16	16	19	15	16
	平均	15.5	17.5	16.5	17.0	17.5	16.5	14.0	18.5	13.5	16.0
穀實重量 Weight of grain (g.)		25.8	27.4	29.3	30.2	32.2	30.4	18.6	38.4	26.2	31.3
		24.8	32.4	22.8	27.4	28.2	30.5	25.7	34.0	30.2	27.5
	平均	25.3	29.9	26.1	28.8	30.2	30.5	22.2	36.2	28.2	29.4
藁桿重量 Weight of straw (g.)		55.3	45.9	53.5	58.8	77.5	36.5	29.9	43.3	30.4	34.2
		42.1	70.9	50.7	61.0	61.0	35.0	32.0	36.7	37.1	35.9
	平均	48.7	58.4	52.1	59.9	69.3	35.8	31.0	40.0	33.8	35.1
土壤中氮含量 N % in oven dried soil		0.16	0.15	0.16	0.15	0.15	0.23	0.27	0.24	0.26	0.24
		0.14	0.13	0.15	0.15	0.15	0.23	0.23	0.22	0.21	0.23
	平均	0.15	0.14	0.16	0.15	0.15	0.23	0.25	0.23	0.24	0.24
穀實中氮含量 N % in grain (dry matter)		2.91	2.99	2.96	2.97	3.06	1.62	1.96	1.61	1.78	1.78
		2.86	2.93	2.95	2.88	2.87	1.85	1.64	1.76	1.79	1.76
	平均	2.89	2.96	2.96	2.93	2.97	1.74	1.80	1.69	1.79	1.77
藁桿中氮含量 N % in straw (dry matter)		0.86	0.58	0.60	0.83	0.81	2.94	3.01	2.95	2.97	2.98
		0.80	0.73	0.68	0.70	0.76	2.97	2.98	2.98	2.98	3.03
	平均	0.83	0.66	0.64	0.77	0.79	2.96	3.00	2.97	2.98	3.01

第七表　盆栽試驗成績表　（民國三十七年第一期作）（續）

Table. 7　Results of pot experiment (Continued)

土壤 Soil		臺北農試所 Soil 3									
品種 Varieties		蓬萊種 Japanese Variety					本地種 Local Variety				
處理 Treatment		$(NH_4)_2SO_4$	$CaCN_2$—1	$CaCN_2$—2	$CaCN_2$—½ ¼, ¼	$CaCN_2$—1 ¼,¼,¼,¼	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCN_2$—1	$CaCN_2$—2	$CaCN_2$—½ ¼, ¼	$CaCN_2$—1 ¼,¼,¼,¼
出穗期 月日 Date of heading	平均	6.28. 6.28. 6.28.	6.28. 6.28. 6.28.	6.28. 6.28. 6.28.	6.28. 6.29. 6.29.	6.29. 6.29. 6.29.	6. 4. 6. 6. 6. 5.	6. 5. 6. 7. 6. 6.	6. 5. 6. 5. 6. 5.	6. 5. 6. 5. 6. 5.	6. 5. 6. 5. 6. 5.
成熟期 月日 Date of maturity	平均	7.28. 7.28.	7.28. 7.28. 7.28.	7.28. 7.30. 7.29.	7.28. 8. 4. 8. 1.	8. 2. 8. 4. 8. 3.	7. 2. 7. 2. 7. 2.	7. 2. 7. 2. 7. 2.	7. 2. 7. 2. 7. 2.	7. 2. 7. 2. 7. 2.	7. 2. 7. 2. 7. 2.
稈高 Length of culm. (cm.)	平均	63 69 66.0	65 65 65.0	71 69 70.0	68 68 68.0	65 69 67.0	72 65 68.5	75 74 74.5	73 75 74.0	72 79 75.5	78 67 72.5
分蘗 Number of culms	平均	16 16 16.0	17 16 16.5	22 22 22.0	20 13 16.5	23 23 23.0	15 17 16.0	15 11 13.0	15 17 16.0	15 17 16.0	22 19 20.5
穀實重量 Weight of grain (g.)	平均	29.6 29.6	19.8 28.2 24.0	32.4 25.4 28.9	40.5 21.3 30.9	38.2 32.2 35.2	29.5 26.6 28.1	29.5 22.1 25.8	29.0 34.3 31.7	30.5 31.5 31.0	46.1 38.3 42.2
藁稈重量 Weight of straw (g.)	平均	53.0 53.0	59.0 58.2 58.6	67.7 64.3 66.0	58.2 39.4 48.8	65.9 86.0 76.0	40.9 36.9 38.9	40.5 36.2 38.4	40.1 51.1 45.6	42.9 39.5 41.2	53.3 49.4 51.4
土壤中氮含量 N % in oven dried soil	平均	0.22 0.22 0.22	0.21 0.21 0.21	0.21 0.22 0.22	0.21 0.21 0.21	0.22 0.19 0.21	02.8 0.27 0.28	0.26 0.28 0.27	0.26 0.26 0.26	0.26 0.24 0.25	0.25 0.23 0.24
穀實中氮含量 N % in grain (dry matter)	平均	2.91 2.91	2.95 3.01 2.98	3.07 3.03 3.05	3.02 2.97 3.00	2.99 3.00 3.00	1.61 1.50 1.56	1.45 1.63 1.54	1.58 1.46 1.52	1.50 1.50 1.50	1.48 1.45 1.47
藁稈中氮含量 N % in straw (dry matter)	平均	0.95 0.95	0.83 0.61 0.72	0.72 0.82 0.77	0.80 0.78 0.79	0.69 0.82 0.76	3.07 2.88 2.98	3.03 2.98 3.01	3.01 2.98 3.00	3.01 2.90 2.96	3.00 2.99 3.00

第七表 盆栽試驗成績表（民國三十七年第一期作）（續）

Table. 7 Results of pot experiment (Continued)

土 壤 Soil	臺南安南 Soil 4									
品 種 Varieties	蓬萊種 Japanese Variety					本地種 Local Variety				
處 理 Treatment	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCN_2$—1	$CaCN_2$—2	$CaCN_2$—½ ¼, ¼	$CaCN_2$—1 ¼,¼,¼,¼	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCN_2$—1	$CaCN_2$—2	$CaCN_2$—½ ¼, ¼	$CaCN_2$—1 ¼,¼,¼,¼
出穗期 月 日 Date of heading	7. 4.	7. 4.	7. 4.	7. 4.	7. 4.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 6.	6. 6.
	7. 4.	7. 4.	7. 4.	7. 4.	7. 4.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 5.
平均	7. 4.	7. 4.	7. 4.	7. 4.	7. 4.	6. 5.	6. 5.	6. 5.	6. 6.	6. 6.
成熟期 月 日 Date of maturity	7.28.	7.28.	8. 4.	7.28.	7.28.	7. 3.	7. 3.	7. 3.	7. 3.	7. 3.
	7.28.	7.28.	7.28.	7.28.	7.28.	7. 3.	7. 3.	7. 3.	7. 3.	7. 3.
平均	7.28.	7.28.	8. 1.	7.28.	7.28.	7. 3.	7. 3.	7. 3.	7. 3.	7. 3.
稈高 Length of culm. (cm.)	57	59	48	60	59	64	60	68	70	60
	56	59	60	61	67	68	78	58	62	71
平均	56.5	59.0	54.0	60.5	63.0	66.0	69.0	63.0	66.0	65.5
分蘖 Number of culms	11	10	14	12	12	9	5	9	6	11
	11	9	14	10	9	8	8	11	7	10
平均	11.0	9.5	14.0	11.0	10.5	8.5	6.5	10.0	6.5	10.5
積實重量 Weight of grain. (g.)	14.8	12.8	6.4	10.4	12.2	15.0	7.6	15.7	14.2	22.0
	15.3	10.8	17.2	18.5	15.6	11.5	13.7	21.3	12.5	21.9
平均	15.1	11.8	11.8	14.5	13.9	13.3	10.7	18.5	13.4	22.0
藁稈重量 Weight of straw (g.)	30.2	23.7	30.9	36.3	41.8	23.9	19.6	16.9	18.8	29.8
	28.9	27.4	45.1	36.0	37.0	27.2	22.8	30.2	20.6	29.8
平均	29.6	25.6	38.0	36.2	39.4	25.6	21.2	28.6	19.7	29.8
土壤中氮含量 N % in oven dried soil	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16
	0.15	0.15	0.17	0.17	0.15	0.15	0.16	0.15	0.16	0.15
平均	0.15	0.15	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16
穀實中氮含量 N % in grain (dry matter)	1.26	1.70	1.58	1.30	1.18	1.38	1.34	1.48	1.24	1.24
	1.47	1.58	1.64	1.31	1.40	1.23	1.37	1.23	1.37	1.27
平均	1.37	1.64	1.61	1.31	1.29	1.31	1.36	1.36	1.31	1.26
藁稈中氮含量 N % in straw (dry matter)	1.95	1.80	1.94	1.88	1.79	2.95	2.95	2.96	2.94	2.93
	1.67	1.78	1.93	1.81	1.85	2.95	2.96	2.94	2.96	2.96
平均	1.81	1.79	1.94	1.85	1.82	2.95	2.96	2.95	2.95	2.95

三、討　　論

（一）圃場部分

就臺北，桃園等處酸性土壤中施用石灰氮氣與硫酸錏之效果而言，在十二個期作與品種不同試驗中十個試驗之石灰氮氣區收量與硫酸錏區收量間差異均不顯著。僅有二個試驗之硫酸錏區與石灰氮氣區間收量差異顯著；此二者爲(一)桃園八德第二期作蓬萊種收量，石灰氮氣區多於硫酸錏區288公斤/公頃差異顯著（5%標點），(二)東埔第二期作蓬萊種，硫酸錏區多於石灰氮氣區239公斤/公頃，差異顯著（1%標點），以上二試驗結果，吾人似可視之爲非一般性，因於試驗土壤中，在多數情形，石灰氮氣與硫酸錏在第一年試驗中，效果近似也。茲將各試驗地石灰氮氣與硫酸錏區之收量差異列於第八表中。

第八表　硫酸錏區與石灰氮氣區收量差異

Table 8. Difference in yields of grain between ammonium sulphate and calcium cyanamide plot. (Kg/Hec.)

桃園八德 Soil No. 1				桃園東埔 Soil No. 2				臺北農試所 Soil No. 3			
第一期作 1 st Crop		第二期作 2 nd crop		第一期作 1 st Crop		第二期作 2 nd Crop		第一期作 1 st Crop		第二期作 2 nd Crop	
蓬萊積 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.
—131	291	* —288	154	—125	—25	** 239	82	—140	—76	—1	—91

* 5% significence

** 1% significence

負號表示石灰氮氣區收量高於硫酸錏區

Minus sign indicates the yield in grain of calcium cyanamide plot is higher than that of ammonium sulphate plot.

在本試驗土壤中增加石灰氮氣氮量五十公斤後(即施用量爲一百公斤氮量後)所得增收量列於第九表中。

第九表　石灰氮氣氮50公斤/公頃區與100公斤/公頃區收量差異

Table 9. Difference in yields of grain between the plot added 50 Kg/Hec. N and 100 Kg/Hec. N of calcium cyanamide

	桃園八德 Soil No. 1				桃園東埔 Soil No. 2				臺北試所 Soil No. 3			
	第一期作 1 st Crop		第二期作 2 nd Crop		第一期作 1 st Crop		第二期作 2 nd Crop		第一期作 1 st Crop		第二期作 2 nd Crop	
	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.
收量差異 Difference in yield	* —436	** 653	69	** 500	** 409	** 340	26	** 219	** 320	** 537	** 311	89
100公斤/公頃氮區收量指數 (50公斤/公頃氮區收量爲100) Index figure of yield in 100Kg/Hec N plot, (yield of 50Kg/Hec. N plot: 100)	85	134	103	126	112	110	101	109	112	122	124	107

負號示50公斤/公頃氮區收量多於100公斤/公頃氮區收量

Minus sign indicates the yield in grain of 50Kg/Hec N plot is higher than that of 100Kg/Hec N plot.

桃園八德第一期作蓬萊種石灰氮氣加倍量區曾受颱風損害

[$CaCN_2$—2] plot of the 1 st crop, Japanese variety of Soil No. 1 was damaged by the storm.

在第九表十二個試驗中，有三個試驗示加用五十公斤氮量後穀實之增收量不達5%顯著標點，而有八個試驗結果示，加用五十公斤氮量後，收量差異皆達1%顯著標點，其增收量在二百十九公斤至六百五十三公斤之間，變幅頗大。本試驗之期間既短，地點嫌小，故由試驗成績尚難査定在氮氣爲限制因素 Limiting Factor 之普通酸性土壤中，其鹽基置換力，鹽基不飽和度大小與石灰氮氣肥效間關係，惟由本試驗可知在土壤供應氮氣條件相同情形下，在酸性，鹽基置換力大，不飽和程度大，石灰需要量大之土壤中(如桃園八德，臺北農試所土壤)，石灰氮氣之效果概大。在酸性土壤中照農民施肥方式（加用相當量有機質肥料），倘繼續施用硫酸錏或石灰氮氣，則兩者在收量上究發生若何差異，土壤性狀如何變化等尚待於今後之研究。

臺南安南鹼性土壤中，施用石灰氮氣與硫酸錏試驗成績示，石灰氮氣五十公斤氮量區收量遜於同氮量硫酸錏區，兩區中間作(一年植一次)蓬萊種收量差異爲330公斤/公頃，本地種差異爲 340公斤/公頃，兩者差異均在1%標點。本試驗又示將石灰氮氣氮量加至一百公斤後，蓬萊種收量較同肥料五十公斤氮區增加 215 公斤/公頃(差異不顯著)，本地種收量增加 320 公斤/公頃(差異顯著達5%標點)，此時兩品種產量始接近於硫酸錏氮五十公斤區收量，惟仍未能超過之。硫酸錏五十公斤氮區與石灰氮氣一百公斤氮區，蓬萊種收量差異爲 115公斤/公頃，本地種收量差異爲 20公斤/公頃（差異均不顯著）。以上成績顯示，在本試驗鹼性土壤中，石灰氮氣之效力遜於硫酸錏。施用石灰氮氣於鈉成分高之鹼性土壤時，土壤滲透性等可以改善，惟因鹼性提高，可能妨害作物生長與肥料分解，故就其施用方法需要注意耳。

石灰氮氣施用法中，值得普遍推廣於農民者，爲混合石灰氮氣於新鮮堆肥中，俟腐熟後作爲基肥，在水稻移植前十日至一星期間施用(8)。本法可避免直接施用石灰氮氣後產生之 HCN_2，CN_2 離子毒害作用，同時又可藉石灰氮氣中氮與鹽基之作用，促進堆肥腐熟，誠爲良法也。在本試驗中特別加入石灰氮氣追肥區，並非自應用立場着眼，其用意乃欲觀察在反應不同土壤中，直接施入石灰氮氣對於水稻收量之影響耳。在本試驗中採用之追肥處理爲，1. 石灰氮氣二次追肥區（全期施用氮量爲五十公斤/公頃)，2. 石灰氮氣四次追肥區(全期施用氮量爲一百公斤/公頃)。每次追肥施用量則爲12.5公斤/公頃氮量，作者等在第一報試驗中(7)曾測定，倘直接施用此分量石灰氮氣氮量時，水稻不致被害致死，惟視土壤分解 HCN_2，CN_2 能力之强弱及水分，溫度等影響之大小，水稻生育乃受不同程度之被害。

各試驗地，各期作五十公斤量基肥區與同氮量二次追肥區收量差異以及一百公斤氮量基肥區與同氮量四次追肥區收量差異列於第十表。

第十表　石灰氮氣基肥區與追肥區之收量差異（公斤/公頃）

Table 10. Difference in yields of grain between the plot fertilized with calcium cyanamide as a base manure and as a top dressing. (Kg/Hec.)

	桃園八德 Soil No. 1				桃園東埔 Soil No. 2				臺北農試所 Soil No. 3			
	第一期作 1 st Crop		第二期作 2 nd Crop		第一期作 1 st Crop		第二期作 2 nd Crop		第一期作 1 st Crop		第二期作 2 nd Crop	
	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.
石灰氮氣50公斤氮量基肥區與同氮量二次追肥區收量差異 Difference in yield between the plot 2, [$CaCN_2$—1] and 4 [$CaCN_2$—½, ¼, ¼]	* 390	* —418	105	* —248	* 184	14	* 183	—35	** 361	80	** 338	* 215

石灰氮氣 100 公斤氮量基肥區與同氮量四次追肥區收量差異 Difference in yield between the plot 3[$CaCN_2$—2] and 5[$CaCN_2$—1, ¼, ¼, ¼, ¼	* 476	255	131	** 424	** 389	** 252	** 231	116	** 745	* 246	** 1238	** 746

負號示追肥區收量高於基肥區

Minus sign indicates the yield in grain of the plot fertilized with calcium cyanamide as a top dressing is higher than that applied the same fertilizer as a base manure.

由上表便知，在酸性土壤中，施用五十公斤氮量時，在十二試驗中，兩個試驗之追肥區收量大於基肥區（差異顯著標點5%），四個試驗，基肥區與追肥區收量之差異不顯著，六個試驗，基肥區收量大於追肥區（差異顯著標點 1 %或 5 %）。又施用一百公斤氮量時，在十二個試驗中，三個試驗爲基肥區與追肥區間收量差異不顯著，九個試驗爲基肥區收量多於追肥區（差異顯著標點在 1%或 5%），以上結果示知，基肥區與追肥區間收量差異在石灰氮氣施用量增加及追肥次數增加時增多。

由本試驗成績尙難推定追肥法效果與土壤粒構，鹽基置換能量，石灰需要量等關係，唯在粘土含量多，鹽基置換能量大，石灰需要量大之桃園八德土壤中直接施用適量石灰氮氣後，其被害較輕微。水田中直接施用石灰氮氣時除可收一般追肥之效用外且兼有除草殺蟲效用(3) (4) (5)，唯就其用量，時期，效率等問題宜待研究。

鹼性土壤中追肥法試驗則示，在各區收量中，一百公斤氮量四次追肥區爲最高，一百公斤氮量基肥區次之，而五十公斤氮量基肥區爲最低。蓬萊種與本地種得同樣結果。本試驗各區收量與各區間差異列於第十一表中。

第十一表　石灰氮氣基肥區與追肥區之收量差異（公斤/公頃）

Table 11. Difference in yields of grain between the plot fertilized with calcium cyanamide as a base manure and as a top dressing. (Kg/Hec.)

處理 Treatment	蓬萊種 Japanese Variety 收量 Mean yield in grain	差異 Difference			本地種 Local Variety 收量 Mean yield in grain	差異 Difference		
一百公斤氮四次追肥區 $CaCN_2$—1, ¼, ¼, ¼, ¼	3,550				3,740			
一百公斤氮基肥區 $CaCN_2$—2	2,995	** 555			3,440	* 300		
五十公斤氮二次追肥區 $CaCN_2$—½, ¼, ¼	2,930	** 620	65		3.380	** 360	60	
五十公斤氮基肥區 $CaCN_2$—1	2,780	** 770	215	150	3,120	** 620	** 320	* 260

由上可知在鹼性土壤中增加氮氣肥料施用量以圖增收時，追肥法之效力大。至於在本試驗中追肥法爲優之理由可推測如下。1. 在鹼性土壤中一次施用較多量石灰氮氣時，因鹽基增多，引起鹼性加重，阻滯石灰氮氣之分解，加重 CN_2，HCN_2 離子之毒性，阻害土壤微生物作用及減少土壤中有效養料溶解性等之現象，以損害水稻之正常發育。2. 本試驗之鹼性土壤粘土成分低，有機物含量少，而中間作水稻之生育期間長。氣溫又高，在此等情形下追肥法之氮氣損失量可能低於基肥法，故其利用效率高。

本省中南部鹼性土壤農耕地公佈面積不少，故研究鹼性土壤中施用肥料方法之重要性當不亞於酸性土壤中施用肥料法之重要性。

（二） 盆栽部份

本文盆栽試驗，係一種預備試驗，僅有指示傾向之意義，玆將其各處理區穀實收量平均數之指數列於第十二表，以供參考。

第十二表 盆栽試驗各處理區穀實收量指數

Table 12. Index figures of the yields in grain of the pot experiment

處理 Treatment soil	桃園八德 Soil No. 1		桃園東埔 Soil No. 2		臺北農試所 Soil No. 3		臺南安南 Soil No. 4	
	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.	蓬萊種 J. V.	本地種 L. V.
[$CaCN_2$—1]	100	100	100	100	100	100	100	100
[$(NH_4)_2SO_4$—1]	106	87	84	137	123	108	127	124
[$CaCN_2$—2]	133	112	87	163	120	122	100	172
[$CaCN_2$—½, ¼, ¼]	124	97	96	127	128	120	122	125
[$CaCN_2$—2]	100	100	100	100	100	100	100	100
[$CaCN_2$—1, ¼, ¼, ¼]	90	89	115	81	121	133	117	118

盆栽試驗成績無圃場試驗之詳細及明顯，唯在本試驗中所得概念如下：

1. 三種酸性土壤中試驗成績示，硫酸錏與石灰氮氣之效力，以何者爲優，不能斷言。

2. 無論蓬萊種或本地種，在桃園八德或臺北農試所之土壤中栽培時，加用石灰氮氣之效果均大。

3. 施用標準量石灰氮氣時，就基肥法與二次追肥法而比較收量之優劣，則在臺北農試所土壤中，蓬萊種與本地種之穀實收量，均以追肥法高於基肥法。

4. 施用倍量石灰氮氣時，在桃園八德土壤中，基肥法收量高於四次追肥法，在桃園東埔土壤中，兩法收量優劣不明，在臺北農試所土壤中，則以追肥法收量爲高。

5. 在臺南安南之鹼性土壤中，施用同量之硫酸錏與石氮灰氣時，不論栽培品種爲蓬萊種或本地種，硫酸錏區之收量，均高於石灰氮氣區。又增高石灰氮氣之用量，並分期施用時，蓬萊種或本地種之收量均有增高趨向。

如上除臺北農試所土壤，基肥法及追肥法成績與圃場試驗中所得者有出入外，其他酸性土壤成績尙與圃場試驗結果符合，至於鹼性土壤盆栽試驗結果則與圃場試驗成績相符。

（三） 土壤與收穫物穀實，藁稈中氮含量。

在收穫水稻後，曾測定各試驗土壤，各處理區之氮含量，分析結果列於第七表中，該表示不同供試土壤經相同處理與栽培後，在各土壤含氮量上產生差異，（供試土壤原有含氮量列於第二表中，各土壤原有氮量除桃園八德外幾無差異）。但同一土壤經本試驗不同處理與同一栽培處置後，在含氮量上尙無差異。由本試驗又可知供試酸性土壤中經栽培蓬萊種與本地種後，在土壤含氮量上有產生差異傾向，就中經栽培本地種者含有較高氮量。以上諸結果表明在本試驗中，水稻吸收氮氣之效率受土壤性

質與栽培品種之影響甚大也。

四、結　　論

一、本文記載在三處酸性土壤，一處鹼性土壤中石灰氰氮與硫酸錏對水稻之肥效比較試驗及石灰氰氮施用法試驗。

二、圃場試驗與盆栽試驗成績，大體上符合。

三、在本試驗之酸性土壤中，石灰氰氮與硫酸錏之效果略同。兩者水稻穀實之收量間無顯著差異，但在鹼性土壤中硫酸錏區收量高於石灰氰氮區。

四、石灰氰氮適用於酸性，緩衝力大，鹽基置換能量大，鹽基不飽和度大，石灰需要量高之土壤中，在此類土壤中施用石灰氰氮後增收之可能性較大。

五、在鹼性土壤中，栽培生育期間長的中間作水稻，而以四次追肥法施用石灰氰氮時，其收量高於以同量石灰氰氮作基肥施用者。兩者收量差異顯著。

六、以本試驗土壤分析與收穫物分析資料爲根據，在本文中論述土壤性質與作物品種對於肥料試驗成績檢討與解釋上之重要性。

五、參考文獻

(1) Bear, F.E. 1942, Soil and Fertilizer, John Wiley & Sons, Inc., U. S. A. p. 259

(2) Collings, G. H. 1941, Commercial fertilizer, The Blakiston Co., U. S. A. p. 87

(3) Fink, O. S. 1934, Soil factors which prevent toxicity of calcium cyanamide. Jour. Amer. Soc. Agron. 26 : 11

(4) Tam, R. K., H. E. Clark, 1944, The action of calcium cyanamide as a soil disinfectant, Soil Science 57: 359-365

(5) Smith, G. E., P. H. Heinze and A. E. Murneek, 1942, Effect of soil moisture and rainfall on chemical transformations in cyanamide granules. Soil Science 55 : 313-320

(6) Snededor, G. W. 1940, Statistical Methods

(7) 陳振鐸、張仲民、魏金塗　由土壤性質探討石灰氰氮施用法，1948, 中國熱帶農學會報第一卷第一號 P.36—51

(8) 村田久次　在施肥前依豫措的處理不同所引起石灰氰氮成分變化，1936, 日本土壤肥料學雜誌第十卷第四號 P.401—410

A STUDY ON THE APPLICATION OF CALCIUM CYANAMIDE TO SOILS (II)

C. T. Chen, J.M. Chang, C. T. Wei

Department of Agricultural Chemistry,
College of Agriculture, National Taiwan University.

Summary

It has been observed in the previous investigation, that the rate of CN_2, HCN_2 ions removal were more rapid from an acid soil with high buffer capacity, and the toxicity thus induced by this fertilizer may be accordingly reduced. It was also stated that for a soil with high exchange capacity, high percentage of base unsaturation and high lime requirement value, a greater effect through the application of calcium cyanamide may be expected.

In the present investigation, both field and pot experiments of rice with various treatments of calcium cyanamide and sulfate of ammonia, as shown in Table 3, were made with three acid soils and one alkali soil. The physical and chemical properties of these soils are tabulated in Table 1 and 2. The yields in grain and straw from the experimental prots were analyzed statistically and investigated. The results thus obtained may be summarized as follows:

1. Similar results were obtained in both of the field and pot experiments. The field experiment, however, gave a more significant and concrete values than those of the pot experiment.
2. In acid soils, no significant difference may be found between the yields of calcium cyanamide plot and those of the ammonium sulfate plot of which the similar quantities of nitrogen were applied. While in the alkali soil, the yield of ammonium sulphate plot was found to be significantly higher than that of the calcium cyanamide plot. It was also found in the field experiment of alkali soil that by doubling the amount of calcium cyanamide, the yield was increased and no remarkable toxicity effect due to the added alkalinity may be observed. No diffence in the yield between this plot and that of ammonium sulphate with only half of nitrogen applied also may be noticed.
3. The rate of increase in yield through the additional supply of calcium cyanamide was comparatively greater in an acid soil with high exchange capacity and high lime requirement value.

4. In the alkali soil, applying calcium cyanamide as a top dressing manure gave a significantly higher yield than applying this fertilizer as a base manure. This may probably due to two reasons: 1. Applying one forth of the amount of calcium cyanamide in one time as a top dressing may reduce the toxicity of cyanamide in the alkali soil. 2. Reducing the loss of nitrogen in the experiment field which is low in clay and humus content.